

Sedimentspezifität des Bäumchenröhrenwurms *Lanice conchilega*

Markus, Lara; markusla@hu-berlin.de
Pilic, Antonia; pilicant@hu-berlin.de

Abstract

The common tube-building polychaete *Lanice conchilega* is known as a habitat structuring species and widespread in intertidal and subtidal regions down to 1900 m water depth. By effecting hydrodynamics, increasing the habitat stability, and oxygen supply, *L. conchilega* accomplishes to change a formerly uniform environment into a heterogeneous habitat (Van Hoey et al., 2008). Nevertheless, *L. conchilega* abundance is affected by physical factors like sedimentology, flow regime, as well as the availability of food (Willems et al., 2008). This study focuses on the physical factor sediment composition. Hence, sand was collected in *L. conchilega* forming zones, examined in the laboratory with sieves of different mesh sizes for analysis of the grain size distribution in relation to *L. conchilega* abundance. Moreover, the depth of the oxidation layer in the respective sediment and duration of water submergence were determined.

Here, we report a significant correlation between the abundance of tubes of *L. conchilega* and the relative quantity of rough sediment. Furthermore, we found that the number of tubes of *L. conchilega* is negatively correlated to the thickness of the oxidation layer.

Introduction / Einleitung

Lebensraumstrukturen und Heterogenität beeinflussen Artenvielfalt, -reichtum, und -zusammensetzung von Lebensgemeinschaften und sind für das Funktionieren vieler Ökosysteme von entscheidender Bedeutung (Turner et al., 1999). Ein Beispiel ist der zu den Polychäten zugeordnete marine Ringelwurm *Lanice conchilega*. Der sogenannte Bäumchenröhrenwurm kann bis zu einer Größe von 30 cm heranwachsen und ist in der Lage durch Produktion eines Schleimsekretes und Verwendung von Sandkörnern und Schalenbruchstücken eine Röhre zu bauen (Abbildung 1). Diese sogenannte Wohnröhre ist charakteristisch und dient als dauerhafter Aufenthaltsort. Die biegsame Röhre steht senkrecht im Boden und ragt mit dem oberen kronenartigen Ende 1- 4 cm über der Bodenoberfläche heraus (Ziegelmeier, 1952). Dieser stets quer zur Hauptströmung stehende Bereich der Röhre dient zum Filtrieren der planktischen und detritischen Nahrung aus dem Wasser.

L. conchilega ist potentiell riffbildend und kann eine Dichte von bis zu mehreren Tausend Individuen pro Quadratmeter erreichen (Rabaut et al., 2009; Van Hoey et al., 2006). Der Polychät kommt an allen europäischen Küsten vor und besiedelt eine Vielzahl von intertidalen und subtidalen Sedimenten bis zu einer Tiefe von ca. 1900 m (Hartmann-Schröder, 1996). In Studien von Zühlke et al. (1998), Dittmann (1999)

und Zühlke (2001) konnte bereits gezeigt werden, dass die Verbreitung und das Vorkommen von *L. conchilega* mit dem tidalen Benthos im Watt assoziiert ist und die von Arenicola dominierten Bereiche in Bezug auf Häufigkeit und Artenzahl bereichert. Demzufolge zählt *L. conchilega* zu den lebensraumstrukturierenden Arten, die die umgebende benthische Gemeinschaft beeinflussen. Die Anwesenheit des Wurmes führt zu Veränderungen in der Hydrodynamik, der Erhöhung der Lebensraumstabilität

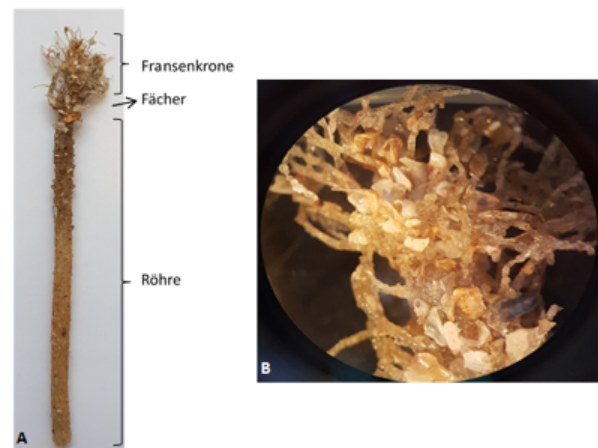


Abb. 1 Wohnröhre (A) und vergrößerte Aufnahme (B) von Fransenkrone und Fächer der Wohnröhre von *L. conchilega*. Aufnahme unter dem Binokular bei 6,3x Vergrößerung.

sowie der Bildung einer Lebensraumheterogenität. *L. conchilega* kann somit auch als Ökosystemingenieur betrachtet werden und führt zu einer Erhöhung der Lebensraumqualität in einer sonst einheitlichen Umgebung (Van Hoey et al., 2008).

Dennoch gilt die Fähigkeit des Aufbaus von Riffen der *L. conchilega* als umstritten, da ihre Stabilität und Festigkeit zur Einstufung als biogene Riffe noch unklar zu sein scheint (Holt et al., 1998). Neben der Verfügbarkeit von Nahrung können auch physikalische Faktoren einen Einfluss auf die Häufigkeit

und das Auftreten von *L. conchilega* ausüben. Zu solchen physikalischen Faktoren zählen der Sedimenttyp, Nahrungsverfügbarkeit und die Wasserbedeckungszeit (Ziegelmeier, 1952). Standorte spielen daher eine wichtige Rolle und können eine hohe Variabilität dieser Faktoren aufweisen. Basierend auf diesen Kenntnissen wurde folgende Hypothese aufgestellt: *L. conchilega* besetzt Standorte innerhalb des Mischwatts mit einer spezifischen Sediment-Zusammensetzung. Im Rahmen des Projektes wurde diese Fragestellung untersucht.

Material & Methods / Material & Methoden

Folgende Untersuchungen wurden in einem Zeitraum von 4 Tagen (27.09.-30.09.2019) zu den jeweilig entsprechenden Niedrigwasserzeiten an der Nordseeküste bei List (Sylt) durchgeführt. Für den Freilandversuch wurden zunächst mithilfe eines Gitters einer Größe von 0,25 m² die Anzahl der Wohnröhren von *L. conchilega* an Orten mit hohen und niedrigen Vorkommen ausgezählt. Die Wahl der Standorte erfolgte dabei zufällig. Zudem wurde mit einer Röhre Sediment durch ein per Hand hergestelltes Vakuum isoliert. Währenddessen wurde die Größe der oxidativen Schicht im Boden vermessen und die Bodenprobe in einem 50 mL Falcon-Röhrchen für die spätere Analyse im Labor mitgenommen. Der letzte Teil des Freilandexperimentes bestand in der Bestimmung der Wasserüberdeckungszeit der ausgezählten Wohnröhren. Diese ließ sich durch folgende

Formel bestimmen:

$$t_{\text{Wasserbedeckung}} = 2 \times (t_{\text{Wasser bedeckt Wohnröhre}} - t_{\text{Niedrigwasser}}) - 24$$

Im Labor wurden die Bodenproben auf Petrischalen überführt und bei 80 °C im Trockenofen getrocknet. Anschließend wurden die nun klumpige Struktur der Proben mit einem Löffel und durch leichtes Zerdücken aufgelöst und zur Bestimmung von verschiedenen Sedimentgrößen durch verschiedene, zuvor gewogene Siebe gefiltert (Abbildung 2).

Die abgefangene Sedimentmenge wurde mithilfe einer Waage bestimmt. Dieser Versuchsaufbau wurde an drei Tagen an unterschiedlichen Standorten durchgeführt. Abschließend erfolgte die statistische Auswertung mittels gepaarten T-Test (γ -Konfidenzintervall = 0,95) und linearer Regression.

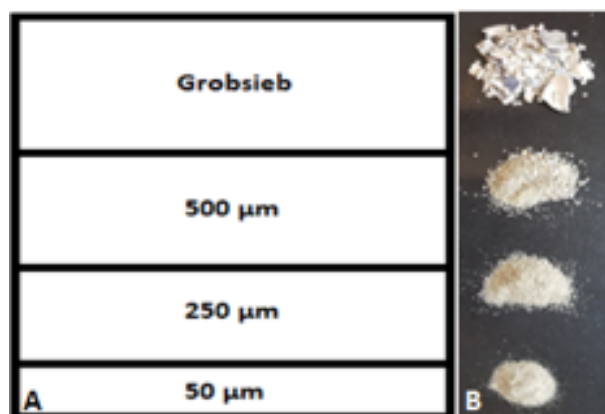


Abb. 2 Schematische Darstellung der verschiedenen Siebe (A). Bodenproben wurden nacheinander durch einen Grob-, 500 µm, 250 µm und 50 µm Sieb gefiltert. Nach Filtern erhaltene Sedimentfraktionen (B).

Results / Ergebnisse

Insgesamt wurde beim Auszählen von 18 x 0,25 m² Fläche ein Mittelwert von 82 Wohnröhren/m² ermittelt. Die niedrigste Anzahl betrug 8 und die höchste Anzahl 600 Wohnröhren/m² (Abbildung 3; Anhang Tabelle 1).

Die Ermittlung der Größe der Oxidationsschicht in den ausgezählten Bereichen ergab eine Reihe von Werten von 0,5 bis 11 cm, die negativ mit der Anzahl der Wohnröhren von *L. conchilega* korrelierten. Je tiefer die oxidierende Schicht, desto weniger Wohnröhren sind vorhanden. Dieser Zusammenhang ist statistisch signifikant (Abbildung 3A; $p=0,0434$, zweiseitiger t-Test).

Bei der Messung der Wasserbedeckungszeit der ausgezählten Bereiche konnte Werte von 21,26 und 24h ermittelt werden. Dabei ließ sich ein tendenzieller Zusammenhang zwischen einer geringen Wasserbedeckungszeit und einer geringen Dichte

an Wohnröhren beobachten. Da die Werte für die Wasserbedeckungszeit jedoch eine hohe Varianz aufwiesen (Anhang Abbildung 5), konnte kein signifikanter Zusammenhang gezeigt werden (Abbildung 3B; $p=0,1097$, zweiseitiger t-Test).

Die Siebung der Sediment-Proben ergab vier Sediment-Fractionen; Grobsediment, $>500\mu\text{m}$ -Sediment, $>250\mu\text{m}$ -Sediment und $>50\mu\text{m}$ -Sediment (Anhang Tabelle 2). Um die Werte in Bezug auf ihren Zusammenhang mit der Wohnröhrenanzahl vergleichen zu können, wurde für jede Sample-Probe der prozentuale Anteil der Sediment-Fractionen am Gesamtsediment berechnet (Anhang Tabelle 3). Dabei reichten die Werte des prozentualen Anteils an Grobsediment von 0,89 bis 27,51%. Für das $>500\mu\text{m}$ -Sediment konnten prozentuale Anteile von 6,42 bis 71,06% ermittelt werden. Die Anteile für das $>250\mu\text{m}$ -Sediment beliefen sich von 21,72 bis 61,03% und für das $>50\mu\text{m}$ -Sediment ergaben sich Werte

von 3 bis 45,95%. Für die Grobsediment-Fraktion konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen prozentualen Anteil an Grobsediment und Dichte an Wohnröhren nachgewiesen werden (Abbildung 4A; $p=0,0474$, zweiseitiger T-test).

Für die Anteile der Sediment-Fractionen von $>500\mu\text{m}$ bis hin zu $>50\mu\text{m}$ konnte keine Korrelation zwischen dem Sediment-Anteilen und der Dichte an Wohnröhren von *L. conchilega* festgestellt werden, obgleich leichte Tendenzen erkennbar sind (Abbildung 4B-D). Beispielweise deutet die eingezeichnete Regressionsgerade für die Auftragung vom $>250\mu\text{m}$ -Sedimentanteil gegen die Dichte der Wohnröhren eine leicht negative Tendenz an, die daraufhin deutet, dass der Anteil an $>250\mu\text{m}$ -Sediment mit steigender Wohnröhren-Dichte abnimmt (Abbildung 4C).

Discussion / Diskussion

In dieser Studie wurden die Abhängigkeiten der physikalischen Faktoren Wasserbedeckungszeit, Dicke der Oxidationsschicht und Beschaffenheit des Sediments mit der Anzahl der Wohnröhren von *L. conchilega* untersucht. Während für die Wasserbedeckungszeit kein signifikanter Zusammenhang mit der Wohnröhrenanzahl nachgewiesen werden konnte, so konnte für die Größe der Oxidationsschicht eine signifikante, tendenziell negative, Korrelation festgestellt werden (Abbildung 3A). Demnach nimmt die Oxidationsschicht mit zunehmender Röhrenanzahl von *L. conchilega* ab. Deutet man dieses Ergebnis in Hinblick auf die Lebensart von *L. conchilega*, lässt sich ein möglicher kausaler Zusammenhang erkennen. Die Nahrungsgrundlage des Polychäten

beschränkt sich hauptsächlich auf organisches Material (Detritus, etc.), das sich in der hervorstehenden Fransenkrone der Wohnröhre und einer geringen Strömung, insbesondere in geschützten intertidalen Bereichen des Mischwatts abgelagert und daraufhin vom Polychäten mit seinen Tentakeln aufgenommen wird (Ziegelmeier, 1952). Die Umsetzung von abgelagertem, organischen Material durch Placotomycetes, Cytophaga/Flavo- und Proteo-Bakterien (Musat et al., 2006) im Wattboden, führt wiederum zu einer Verringerung der Oxidationsschicht. Dementsprechend wird die erwiesene Abhängigkeit von einer hohen Wohnröhrenanzahl und einer kleinen Oxidationsschicht in beide Richtungen als Korrelation gedeutet und gibt keine Aussage über die wechselseitige

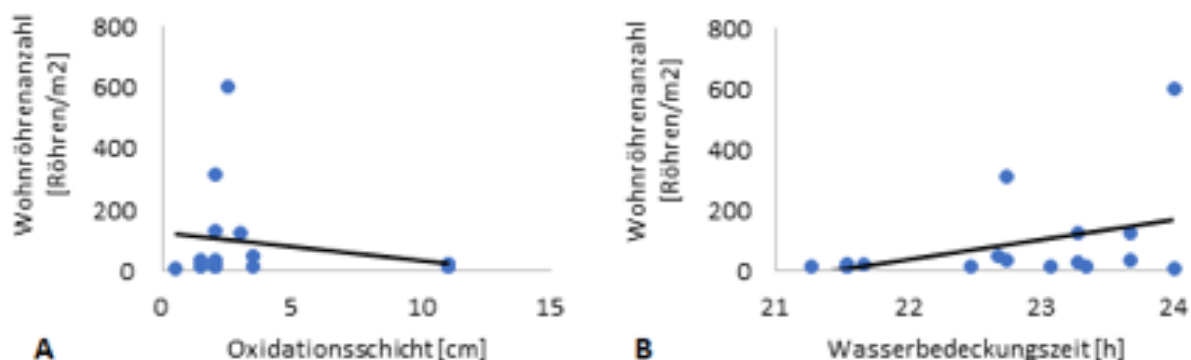


Abb. 3 Vergleich der Anzahl der Wohnröhren von *L. conchilega*/m² gegenüber der Größe der Oxidationsschicht: $y = -8,7337x + 122,05$, $R^2 = 0,0588$ (A) und Wasserbedeckungszeit: $y = 65,439x - 1401,3$, $R^2 = 0,1706$ (B). Angegeben ist die lineare Regressionslinie.

Kausalität. Ähnlich sind die Ergebnisse in Bezug auf die Beziehung zwischen dem Grobsediment-Gehalt und der Wohnröhrenanzahl zu deuten. Es konnte eine signifikante, positive, Korrelation bestimmt werden, die aussagt, dass der Grobsedimentgehalt mit steigender Wohnröhrenanzahl erhöht wird. Dabei könnte es sich um eine ähnliche Wechselwirkung, wie zwischen der Größe der Oxidationsschicht und der Ablagerung von organischem Material handeln, da die Fransenkrone von *L. conchilega* das verstärkt auftretende Grobsediment in den Bereichen mit einer hohen Wohnröhrenanzahl vor dem abfließen zurückhalten könnte. Somit kann, trotz der erwiesenen signifikanten Korrelation von Grobsedimentgehalt und Wohnröhrenanzahl, basierend auf diesen Daten, keine Aussage über die Richtung der kausalen Wechselwirkung der untersuchten Faktoren getroffen werden.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die aufgestellte Hypothese, dass *L. conchilega* im Mischwatt Standorte mit einer spezifischen Sedimentzusammensetzung besetzt angenommen werden kann. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass bei den nachgewiesenen Korrelationen keine Aussage über die Richtung der untersuchten Abhängigkeiten gemacht werden kann. In Bezug auf die Ökosystem-gestaltenden Eigen-

schaften von *L. conchilega* ist es nicht auszuschließen, dass sich Faktoren wie die Größe der Oxidationsschicht oder die Ablagerung von Grobsediment aufgrund der Ansiedelung des *L. conchilega* in Richtung der gemessenen Werte verändert haben (Callaway, 2006; Forster & Graf, 1995). Um diese offenen Fragen genauer zu untersuchen bieten sich Laborversuche an, in denen beispielsweise die Größe der Oxidationsschicht eines Sediments gemessen wird und darauf folgend *L. conchilega* Wohnröhren bauen lässt oder künstliche Riffflächen einbringt. Daraufhin könnte erneut die Größe der Oxidationsschicht bestimmt und mit der vorherigen Größe verglichen werden.

Um spezielle die Ergebnisse dieser Studie zu verstärken, bietet sich eine Erhöhung der Stichprobengröße an, die hier aufgrund der kurzen Versuchsdauer begrenzt wurde. Des Weiteren könnte Proben ergänzt werden, die sich zwar in der Nähe eines Riffes befinden, jedoch keine Wohnröhren von *L. conchilega* aufweisen, um einen noch direkteren Vergleich der *L. conchilega* besiedelten und nicht-besiedelten Standorte zu erzielen.

Ebenfalls interessant wäre es, den hier durchgeführten Versuchsansatz auf die gesamte Insel Sylt

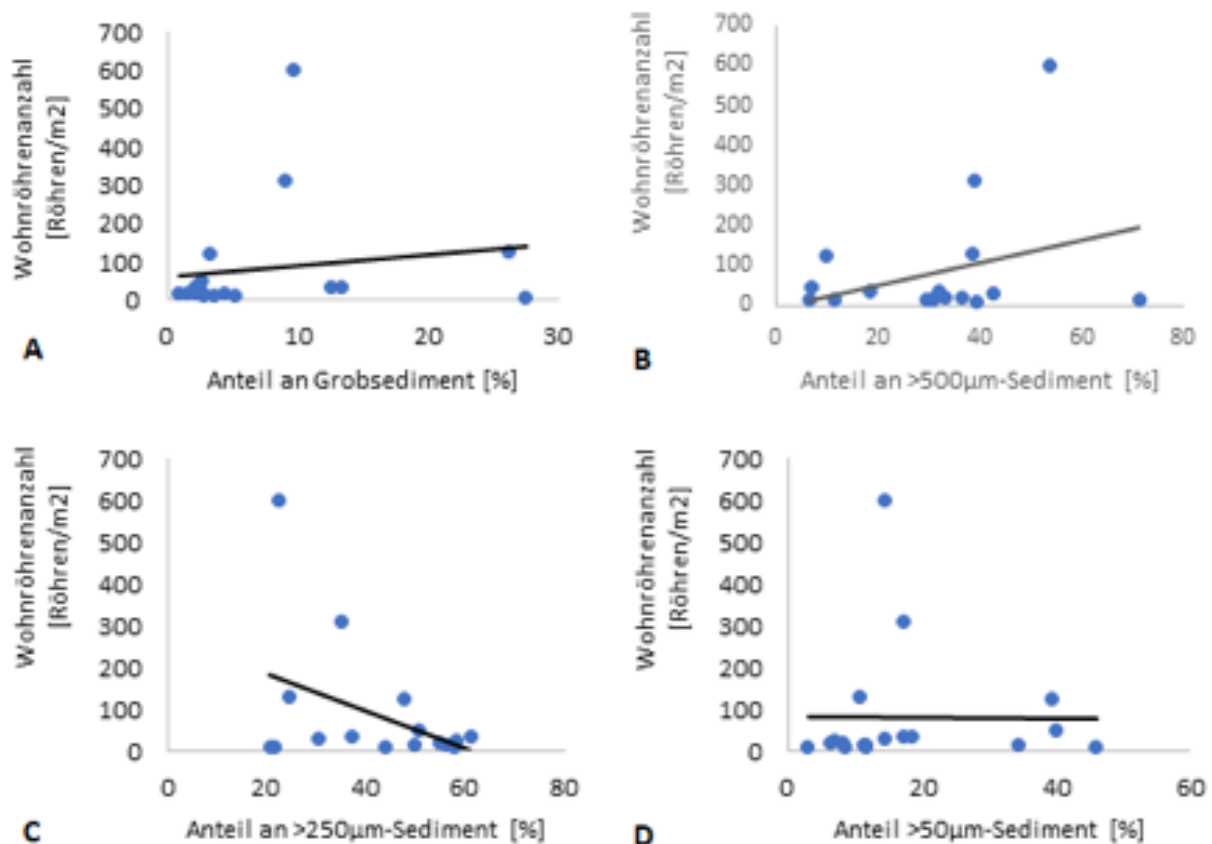


Abb. 4 Vergleich der Anzahl der Wohnröhren von *L. conchilega*/m² gegenüber dem Anteil des Grobsediments: $y = 3,0433x + 59,55$, $R^2 = 0,027$ (A), $>500 \mu\text{m}$: $y = 2,7801x - 4,9655$, $R^2 = 0,0953$ (B), $>250 \mu\text{m}$: $y = -4,4804x + 277,86$, $R^2 = 0,1925$ (C) und $>50 \mu\text{m}$ Sediment: $y = -0,0258x + 82,234$, $R^2 = 0,000005$ (D). Angegeben ist die lineare Regressionslinie.

auszubreiten, um eine noch höhere Diversität an *L. conchilega* besiedelten Standorten mit einer Heterogenität in Bezug auf Wasserströmungen und damit verbundene Nahrungsbereitstellung, untersuchen zu können.

Cited Literature / Literaturverzeichnis

Callaway, R. (2006): Tube worms promote community change. *Marine Ecology Progress Series*, 308: 49–60.

Dittmann, S. (1999): Biotic interactions in a *Lanice conchilega*-dominated tidal flat. The Wadden Sea ecosystem. Stability properties and mechanisms. Springer, Berlin, pp 43–49, 153–162.

Forster, S., Graf, G. (1995): Impact of irrigation on oxygen flux into the sediment: intermittent pumping by *Callianassa subterranea* and ‘piston-pumping’ by *Lanice conchilega*. *Marine Biology*, 123: 335–34.

Hartmann-Schröder, G. (1996): Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta—Tierwelt Deutschlands. Teil 58. Gustav Fischer Verlag, Jena, Hamburg.

Holt, TJ, et al. (1998): Biogenic reefs. an overview of dynamic and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs. *Scottish Association for Marine Science*, 9: 170.

Musat et al. (2006): Microbial community structure of sandy intertidal sediments in the North Sea, Sylt-Rømø Basin, Wadden Sea. *Systematic and Applied Microbiology*, 29(4): 333-348.

Rabaut, M., Vincx, M., Degraer, S. (2009): Do *Lanice conchilega* (sandmason) aggregations classify as reefs? Quantifying habitat modifying effects. *Helgoland Marine Research*, 63: 37–46.

Turner, SJ, et al. (1999): Fishing impacts and the degradation or loss of habitat structure. *Fisheries Management and Ecology*, 6: 401–420.

Van Hoey, G., Vincx, M., Degraer, S. (2006): Some recommendations for an accurate estimation of *Lanice conchilega* density based on tube counts. *Helgoland Marine Research*, 60: 317–321.

Van Hoey, G., Gulini, K., Rabaut, M., Vincx, N., Degraer, S. (2008): Ecological implications of the presence of the tube-building polychaete *Lanice conchilega* on soft-bottom benthic ecosystems. *Marine Biology*, 154 (6): 1009-1019.

Willems, W. et al. (2008): Where is the worm? Predictive modelling of the habitat preferences of the tube-building polychaete *Lanice conchilega*. *Ecological modelling*, 212: 74 –79.

Ziegelmeier, E. (1952): Bedachtungen über den Röhrenbau von *Lanice conchilega* (Pallas) im Experiment und am natürlichen Standort. *Helgoland Meeresuntersuchungen*, 4: 107–129.

Zühlke, R., Blome, D., van Bernem, DH, Dittmann, S. (1998): Effects of the tube-building polychaete *Lanice conchilega* on benthic macrofauna and nematodes in an intertidal sandflat. *Senckenbergiana Maritima*, 29:131–138.

Zühlke, R. (2001): Polychaete tubes create ephemeral community patterns: *Lanice conchilega* (Pallas, 1766) associations studied over six years. *Journal of Sea Research*, 46:261–272.

Appendix / Anhang

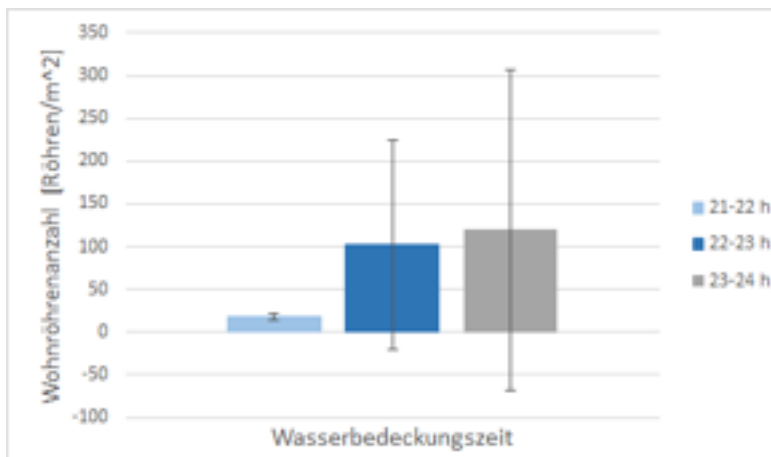


Abb. 5 Vergleich der Anzahl an Wohnröhren/m² von *L. conchilega* mit der Wasserbedeckungszeit.

Tabelle 1 Rohdaten. Ermittlung der Anzahl der Wohnröhren, Wasserbedeckungszeit und Oxidationsschicht.

Sample-Nummer	Anzahl Wohnröhre/ 0,25 m ²	Anzahl Wohnröhre/ 1 m ²	Wasserbedeckungszeit [h]	Oxidationsschicht [cm]
1	32	128	23,26	2
2	150	600	24	2,5
3	78	312	22,73	2
4	8	32	23,26	2
5	2	8	24	0,5
6	9	36	22,73	2
7	9	36	23,66	1,5
8	31	124	23,66	3
9	12	48	22,66	3,5
10	3	12	22,46	2
11	3	12	23,33	3,5
12	4	16	23,06	2
13	3	12	21,53	11
14	5	20	21,66	11
15	6	24	21,53	11
16	5	20	21,53	11
17	4	16	21,26	11
18	4	16	21,53	1,5

Tabelle 2 Rohdaten. Gewichtermittlung von Anteilen der Grob-, >500 μm , >250 μm sowie >50 μm Sedimente.

Sample- Nummer	Grobsediment [g]	> 500 μm [g]	> 250 μm [g]	> 50 μm [g]	Summe [g]
1	20,08	29,71	18,78	8,24	76,81
2	6,33	34,9	14,52	9,34	65,09
3	8,15	34,8	31,43	15,43	89,81
4	9,32	31,73	22,62	10,85	74,52
5	18,35	26,14	14,49	7,72	66,7
6	10,6	25,33	29,52	13,59	79,04
7	1,85	16,36	54,56	16,62	89,39
8	2,42	7,54	36,56	30,03	76,55
9	1,66	4,36	32,33	25,47	63,82
10	2,48	4,58	31,48	32,77	71,31